



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2016:37

Modell för bedömning av underväxtens täthet

Model for assessment of undergrowth density



Johan Persson

Modell för bedömning av underväxtens täthet

Model for assessment of undergrowth density

Johan Persson

Handledare: Daniel Gräns, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2016

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Serienamn: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2016:37

Omslagsbild: Foto © Johan Persson.

Nyckelord: förröjning, avverkningsplanering, bortsättning



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

FÖRORD

Som ett slutmoment i Skogsmästarprogrammet ingår det att man ska skriva ett kandidatarbete på C-nivå som motsvarar 15 högskolepoäng. Jag har valt att skriva om hur förröjningsbehov bedöms idag samt att undersöka om det finns ett bättre sätt att utföra denna bedömning.

Idén till examensarbetet har jag Martin Busk på Stora Enso Skog att tacka för. Under sommaruppehållen från Skogsmästarskolan så har jag arbetat med planering på Stora Enso Skog i Bollnäs. När det var dags att börja med examensarbetet så tog jag kontakt med Martin som arbetar som planeringschef på skogsbruksområde Nord. Detta resulterade slutligen i detta arbete, med Stora Enso Skog som uppdragsgivare.

Det är många personer som har varit involverade i arbetet och jag vill här passa på och tacka dessa. Främst vill jag tacka Martin Busk, planeringschef på skogsbruksområde Nord på Stora Enso Skog, Hans Olsson, skogsskötselchef på skogsbruksområde Mitt på Stora Enso Skog och Daniel Gräns, lärare på Skogsmästarskolan (Sveriges lantbruksuniversitet). Martin bidrog med projektidén och har varit extern handledare och mycket behjälplig under arbetets gång. Hans har ställt upp med goda råd och synpunkter. Daniel har varit handledare på Skogsmästarskolan och granskat arbetet.

Jag vill även tacka följande personer:

- Mikael Andersson, planeringsledare på Stora Enso Skog
- Sandra Hänninen, planeringsledare på Stora Enso Skog
- Nils Petersson, planeringsledare på Stora Enso Skog
- Eva Stattin, skogsskötselspecialist på Stora Enso Skog
- Lars Erlandsson, planeringschef på Stora Enso Skog
- Per Olsson, planeringschef på Stora Enso Skog
- Björn Norin, maskinförare på Stora Enso Skog

Jag vill också tacka alla planerare och planeringsledare som har medverkat och besvarat frågorna i den undersökning som ligger till grund för detta arbete, samt övriga personer som på ett eller annat sätt har bidragit.

Rengsjö i januari 2016

Johan Persson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	iii
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	v
1. ABSTRACT.....	1
2. INLEDNING	3
2.1 Förröjningens definition och syfte.....	3
Underväxt.....	4
Syfte med förröjning	4
2.2 Ekonomi i förröjning	6
Rotröta	7
2.3 Hur bedöms förröjningsbehovet idag?	8
Bedömning av förröjningsbehov på Stora Enso Skog	8
2.4 Instruktioner och modeller	9
John-Erik Skördåkers modell	9
Skogsarbetens modell	10
2.5 Arbetets syfte	11
3. MATERIAL OCH METODER	13
3.1 Fältstudie	13
Provområden.....	13
Ytutläggning	14
Definitioner	14
Tillvägagångssätt	15
3.2 Undersökning.....	16
Utskick av undersökning	16
Skillnad mellan ögonhöjd och skördarförarhöjd.....	17
3.3 Analyser och statistiska beräkningar	17
4. RESULTAT	19
4.1 Undersökning av skillnaden mellan olika planerares bedömning	19
4.2 Samband mellan andel procent som syns av skivan och antalet underväxtstammar	22
4.3 Skillnad i andel procent som syns av skivan i ögonhöjd respektive skördarförarhöjd	23
5. DISKUSSION	25
Jämförelse med annan studie	26

5.1 Slutsats	27
6. SAMMANFATTNING.....	29
7. REFERENSLISTA.....	31
7.1 Publikationer	31
7.2 Internetdokument	32
7.1 Opublicerat	32
7.2 Bilder	33
8. BILAGOR	35
Bilaga I.....	36
Bilaga II.....	40

1. ABSTRACT

The purpose of this study was to develop and analyze a model for assessment of undergrowth density. The study was carried out on behalf of Stora Enso Skog.

The developed model was quite simple: a plate the size of an A4-paper was placed on a stem in the forest stand. The plate was used to indirectly estimate the amount of undergrowth based on the percentage of the plate still visible from a set distance. By using predetermined limits, the model could serve as a decision tool for the forester during planning operations. In this study, however, no limits were defined.

A survey was conducted among 30 respondents to check if the model was used differently by different individuals. The visible portion of the plate, expressed as a percentage, had a standard error of about 8.7 percent in this survey. Compared to the variation associated with estimations of other commonly used forestry parameters, such as basal area using relascope, this standard error is acceptable and proves that the model is interpreted in a similar way by different individuals. The visibility estimates also had an average standard deviation of about 13.4 and a range of variation around 53.5 percentage points. These values suggest that the model should be individually calibrated for each planner before use.

2. INLEDNING

Examensarbetet har till syfte att ta fram en modell för att bedöma underväxtens täthet, samt att utvärdera modellen. Tanken är att modellen ska kunna kopplas till uppsatta strategier och mål och då fungera som ett beslutsstöd vid skoglig planering.

Modellen är tänkt att fungera både i gallring och slutavverkning. Utvärdering kommer därför både att ske i gallrings- och slutavverkningsbestånd. Men arbetet kommer att fokuseras något mera på gallring. Detta eftersom behovet av ett beslutsstöd kring bedömningen av förröjningsbehov antagligen är störst i samband med just gallringsplanering. Vid bestämmande av förröjningsbehov inför slutavverkning så finns det flera andra faktorer som måste beaktas i kombination med underväxtens täthet. Exempel på detta är förekomsten av föroreningar i groten som påverkas av om förröjning utförts eller ej, samt risken för att man tvingas utföra en dyr hyggesrensning efter genomförd slutavverkning på grund av utebliven förröjning.

Under kapitlet inledning kommer definitionen och syftet med förröjning att förklaras, samt hur bedömningarna utförs idag och vilka beslutsstöd som finns. Slutligen kommer arbetets syfte att förklaras mera ingående.

2.1 Förröjningens definition och syfte

När det diskuteras förröjning, siktröjning, underväxtröjning, underröjning, underrensning eller förröjning (i gallring) så används ofta olika ord med egentligen samma betydelse (Skogsbrukets Yrkesnämnd, 2016, Länk A). I det här arbetet kommer ordet förröjning att användas.

Jonas Dehlén definierade i sitt examensarbete från 2010 förröjning enligt följande:

Innan gallring röja ned (ej ta till vara på) mindre träd, oftast undertryckta träd, stubb- eller rotskott och därigenom höja medelstammens volym i kvarvarande bestånd. Samt träd som visuellt eller fysiskt hindrar ett effektivt ingrepp med skördare.

(Dehlén, 2010)

Flera av Sveriges större skogsföretag, skogsägarföreningar och Skogsbrukets Yrkesnämnd har tillsammans tagit fram webbutbildningen "Skötselskolan". Detta i syfte att utbilda entreprenörer och egen personal. I utbildningsmaterialet så ingår kursen "Förröjning". Där definieras förröjning som en åtgärd med syfte att underlätta gallrings- eller slutavverkningsarbetet, samt att i samband med slutavverkningen även underlätta det kommande förnygringsarbetet. Åtgärden utförs genom att de träd som inte ska skördas, det vill säga stammarna som är för kläna för att bli gagnvirke, röjs bort. I webbutbildningen påpekas det även att

åtgärden inte ska ske som ett schablonmässigt borttagande av all underväxt (Skogsbrukets Yrkesnämnd, 2016, Länk A).

Underväxt

Förröjning är att röja bort hindrande stammar som inte hänförs till huvudstammar¹, dvs. underväxt (Kunskap direkt, 2015, Länk B; Skogsbrukets Yrkesnämnd, 2016, Länk A). Men vad räknas till underväxt och var går gränsen mellan huvudstam och underväxt?

I Skogsencyklopedin definieras underväxt enligt följande:

Träd som är väsentligt yngre och vanligen lägre och klenare än huvudbeståndet samt småträd, buskar och större plantor av varierande ålder och storlek, som lyckats etablera sig i ett befintligt bestånd av grövre träd.

(Skogsencyklopedin, 2015, Länk C)

I handledningen "Gallring i bestånd med underväxt" skriver Gunnarsson, m.fl. (1992) att underväxt brukar definieras enligt: "Ett undre skikt i beståndet av träd som inte ger gagnvirke, diametergränsen sätts ofta till mindre än 7 cm i brösthöjd". I handledningen så kategoriseras underväxten även in i två olika typer som har inverkan på arbetet vid gallring. Kategorierna som används är "grandominerande underväxt", samt "löv- och talldominerande underväxt". Författarna har även valt att endast beakta underväxtstammar som har en högre höjd än 1,3 meter. Detta eftersom underväxt lägre än så anses ha en väldigt liten påverkan på gallringsarbetet (Gunnarsson m.fl., 1992).

I en studie från Skogforsk, där underväxtstammarnas effekt på bränsleanpassade slutavverkningar undersöktes definierades underväxtstammar som stammar högre än 80 centimeter och med en brösthöjdsdiameter på under 8 centimeter (Eliasson & Johannesson, 2009a).

Ännu en definition för underväxtstammar går att återfinna i en utländsk studie (Kuitto m.fl., 1994) där man klassar stammar som underväxt när de inte kan hänföras till gagnvirkesstammar, men har en höjd över 10 centimeter och en diameter på över 2 centimeter.

Syfte med förröjning

Under mitten av 1980-talet började man i allt större utsträckning gallra maskinellt. Maskinförarna var till en början ovana med det nya konceptet men var samtidigt måna om att bestånden gallrades med ett bra resultat. Det var viktigt att välja "rätt" träd, för att gynna en positiv framtida utveckling av beståndet. Ambitionen att underlätta maskinförarnas arbete så mycket som möjligt resulterade i att underväxten röjdes bort i de allra flesta bestånden (Gunnarsson & Hellström, 1992).

¹ För beståndet, träd som anses ha ett stort framtida värde.

De två främsta anledningarna till att man förröjer idag är för att höja medelstammens volym och förbättra sikten för skördarföraren (Fogdestam, 2012, ej publicerat). Åtgärden görs även i syfte att sänka kostnaden för avverkningen och få ett högre netto. Dock finns det studier som pekar på att den ekonomiska effekten snarare blir den motsatta. (Skogsbrukets Yrkesnämnd, 2016, Länk A; Eliasson & Johannesson, 2009a; Kuitto m.fl., 1994).

Om en förröjning är ekonomiskt försvarbar eller inte har förstås att göra med de aktuella förutsättningarna samt hur åtgärden utförs (Frank, 2006; Kärhä, 2006). Det finns extremfall där det är praktiskt omöjligt att avverka utan att förröja (M. Andersson, skogsskötselspecialist på SCA, personlig kommunikation, september 2015).

Det finns även andra anledningar till att förröja, men där det är svårt att sätta ekonomiskt värde på åtgärden. Då får man istället fråga sig hur högt man personligen värderar att förröjning utförs (M. Andersson, skogsskötselspecialist på SCA, personlig kommunikation, september 2015). Exempel på detta kan vara synintryck, biologisk mångfald, trädval, skadenivå (i gallring), jämnhet i gallringsstyrka, arbetsmiljö för skotar- och skördarförare, val av huvudstammar, mätnoggrannhet, näring från röstammarna, samt möjligheten att uppnå bättre förutsättningar vid nästa avverkning.

Stora Enso Skog

Ett av Stora Enso Skogs uppdrag är att förvalta delar av Bergvik Skogs skogsinnehav. Man definierar förröjning olika beroende på huvudåtgärd. Definitionen av förröjning samt tidpunkt för när förröjning bör sättas in skiljer sig beroende på om det gäller gallring eller slutavverkning. Vid förröjning i gallring anser de att syftet bör vara att effektivisera produktionen. Förröjning utförs i bestånd där gallringsbehov föreligger enligt Bergvik Skogs gallringsmall och behov av förröjning finns. De menar att förröjningsbehov föreligger om det finns hindrande underväxt, alternativt en stor andel (över 3 000 stammar/ha) klena stammar (under 7 centimeter i brösthöjdsdiameter). Anledningen till att Stora Enso Skog förröjer innan gallring på Bergvik Skogs marker är för att få bättre gallrade bestånd, sänkta kostnader för avverkning och en ökad kvalitet på kvarvarande bestånd (Olsson & Haanaes, 2015, ej publicerat; H. Olsson, skogsskötselchef region Mitt på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, september 2015).

När Stora Enso Skog förröjer på Bergvik Skogs marker innan slutavverkning så sker detta av tre anledningar. För att öka produktionen, effektivisera efterföljande skogsvård i form av markberedning och plantering, samt för att minimera risken för att det följer med stenar och grus i groten (Olsson & Haanaes, 2015, ej publicerat). Grot står för grenar och toppar och är ett sortiment som ibland tas ut från slutavverkning. Groten används främst som bränsle i värmeverk (Kunskap Direkt, 2016, Länk D).

När förröjning utförs i syfte att öka produktionen vid avverkning så förröjs det när det finns hindrande underväxt i slutavverkningsbestånd. Dessutom ska hyggesrensning inte behöva göras på grund av utebliven förröjning (Olsson & Haanaes, 2015, ej publicerat).

2.2 Ekonomi i förröjning

Vid beslut om huruvida ett bestånd ska förröjas eller inte är ekonomin självfallet viktigt att beakta. Det är viktigt att veta om røjningen bidrar till ett högre eller lägre totalt netto för avverkningen.

År 2006 gjordes en studie i syfte att undersöka den ekonomiska betydelsen av förröjning innan förstagallring. Studien utfördes genom att fyra nästintill identiska bestånd valdes ut och sedan förröjdes tre av bestånden samtidigt som ett lämnades helt oröjt. Förrøjningen genomfördes på olika sätt i de tre bestånden. Samtliga stammar upp till antingen 5, 7 eller 9 centimeter i brösthöjdsdiameter röjdes bort. Resultatet visade att skogsnettot (intäkterna för sålt virke minus avverkningskostnaderna) markant skiljde sig mellan de olika behandlingsmetoderna. Det som gav sämst skogsnetto var att röja upp till 5 centimeter i brösthöjdsdiameter (3 832 kr/ha). Utebliven røjning gav ett högre skogsnetto (4 200 kr/ha). Bäst lönsamhet (skogsnetto) blev det om man röjde bort alla stammar under 9 centimeter i brösthöjdsdiameter (5 135 kr/ha). Vid en gräns på 7 centimeter fick man ett skogsnetto på 5 030 kr/ha (Frank, 2006).

Det finns även en studie gjord i syfte att undersöka hur ekonomin i en bränsleanpassad slutavverkning påverkas av underväxt. I studien undersöktes bland annat hur skördarens prestation förändrades beroende på antal underväxtstammar. Man gjorde tidsstudier på ytor om 0, 1 000, 2 000 och 3 000 underväxtstammar per hektar. Studiens resultat visade att skördarens produktivitet, vid bränsleanpassad slutavverkning, sjönk med 5 procent vid 1 000 underväxtstammar per hektar, 6 procent vid 2 000 underväxtstammar per hektar, samt 8 procent vid 3 000 underväxtstammar per hektar. Eftersom medelstammen blev lägre på ytor med underväxt så gjorde man även beräkningar med hänsyn till detta. När den minskade medelstammen beaktades så kom man fram till att skördarens produktivitet sjönk med 7, 11 och 15 procent vid 1 000, 2 000 respektive 3 000 underväxtstammar per hektar. Detta gav vid 3 000 underväxtstammar per hektar en ökad skördarkostnad motsvarande ca 1 200 kr per hektar. Detta vid ett antagande om att skördaren kostade 1 025 kr/G₀h. Dessutom ökade skotningskostnaden med ca 100 kr per hektar. Även grotskotningen blev ca 160 kr dyrare per hektar. Avverkningskostnaden skulle således sänkas med ca 1 460 kr per hektar. Vid ett antagande om att förrøjning kostar 1 700 kr per hektar skulle detta täcka ca 70 procent av förrøjningskostnaden (Eliasson & Johannesson, 2009a; Eliasson & Johannesson, 2009b).

När man betraktar den positiva inverkan av förrøjning så är det ofta flera olika effekter som man har i åtanke. Vill man endast fokusera på den ekonomiska vinningen med förrøjning så måste den extra kostnaden som uppstår om ett

bestånd inte skulle vara förröjt vid avverkning, vägas mot kostnaden att förröja beståndet. Detta beskrivs i handledningen "Gallring i bestånd med underväxt" av Gunnarsson, m.fl. (1992). Författarna beskriver i handledningen hur mycket skördarens tidsåtgång ökar vid ett visst antal underväxtstammar. Detta är uppdelat på grandominerande underväxt och löv- och talldominerande underväxt. En förutsättning för att kunna använda sig av detta resonemang, är att det finns säkra och uppdaterade siffror för drivningskostnad och röjningskostnad, samt vad prestationen för en röjare är, om denna betalas per timme. På det sättet går det att jämföra gallringskostnaden som skulle bli om man förröjer ett bestånd respektive låter bli att röja. Utförs denna jämförelse på flera bestånd så går det att prioritera röjning av de bestånd där den största ekonomiska nyttan uppnås (Gunnarsson, m.fl. 1992).

I Finland har Kärhä (2006) undersökt förröjning i talldominerade förstagallringar med underväxt av gran. Han kom då fram till att vid ett normalt gallringsuttag (medelstam 0,05-0,1 m³, uttag 20-60 m³/ha) är det ekonomiskt försvarbart att förröja bestånd som har från 200 till över 10 000 granunderväxtstammar per hektar. Men om gallringsuttaget låg på mellan 20 och 30 m³/ha så var det endast lönsamt att förröja bestånd med låg medelstam och hög medelhöjd (över 3 meter) på underväxten (Kärhä, 2006).

Tabell 2.1. Gränsen för lönsamhet, i förhållande till antalet granunderväxtstammar per hektar, för förröjning när medelhöjden på underväxten är 2 meter enligt en finsk studie från Kärhä (2006).

Stem size, dm ³	Roundwood removal, m ³ /ha								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Spruce undergrowth density, trees/ha									
40		1 800	1 000	600					
50		3 600	1 600	1 000	600	600			
60			2 400	1 400	1 000	800	600		
70			4 200	2 000	1 200	1 000	800	600	600
80			10 000	2 800	1 800	1 200	1 000	800	600
90				4 400	2 400	1 600	1 200	1 000	800
100				8 200	3 200	2 000	1 400	1 200	1 000
110					4 400	2 600	1 800	1 400	1 000
120					7 200	3 400	2 200	1 600	1 200
130						4 400	2 800	2 000	1 600
140						6 400	3 400	2 400	1 800

Rotröta

Varje år förorsakar rotröta stora ekonomiska förluster i svenskt skogsbruk (Sveriges lantbruksuniversitet, 2015, Länk E). Förröjning utförs ofta året runt, utan att beakta risken för rotröta (Carlsson, 2007). Vid förröjning i gallring röjs det upp till en brösthöjdsdiameter på 8 centimeter, vilket motsvaras av ca 12 centimeter vid stubbskåret. Studier har visat att rotticka, som är den vanligaste svampen att orsaka rotröta, kan spridas av stubbar som har en diameter på endast 2,5 centimeter. Det har även visat sig att risken för spridning av rotticka stiger vid ökad stubbstorlek. Storleken på de omkringstående träden har även inverkan på hur lätt rottickans sporer sprids. Desto större omkringstående träd, desto lättare sprids sporer (Gunulf, 2013).

År 2007 gjordes en studie om risken för spridning av rotröta i samband med förröjning. Studien inriktades på granskog i södra Sverige. Man kom fram till att det föreligger risk för att rotticka sprids i samband med förröjning. I studien gjordes även en enkätundersökning bland företag/organisationer och privata skogsägare. De företag/organisationer som deltog uppskattades att tillsammans utföra cirka 75 procent av alla gallringar i Götaland. Enkäten innehöll en fråga om huruvida man gjorde någonting för att förhindra spridning av rotröta vid förröjning. Av de som deltog i enkätundersökningen så var det ingen som uppgav att de gjorde någonting åt saken (Carlsson, 2007).

2.3 Hur bedöms förröjningsbehovet idag?

Idag bedöms behovet av förröjning genom visuell uppskattning (M. Andersson, planeringsledare flödesområde Bollnäs på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, september 2015; M. Andersson, skogsskötselspecialist på SCA, personlig kommunikation, september 2015). En variant är att antalet underväxtstammar per hektar uppskattas och sedan så använder man sig av en framtagna rutin där beslutet bygger på antalet underväxtstammar (J. Byström, verksamhetsutvecklare drivning på Holmen, personlig kommunikation, september 2015). Men oftast sker bedömningen genom planerarens erfarenhet att se hur besvärlig underväxten kommer att bli för skördarföraren. Hur besvärlig underväxten är beror väldigt mycket på vad det är för typ av underväxt och det går sällan att säga att förröjning bör ske vid ett visst antal underväxtstammar (L-E. Vindeland, planerare flödesområde Uppland på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, oktober 2015; M. Andersson, skogsskötselspecialist på SCA, personlig kommunikation, september 2015).

Bedömning av förröjningsbehov på Stora Enso Skog

Bedömningen av förröjningsbehovet på Stora Enso Skog görs i huvudsak baserat på planerarens erfarenhet, samt till viss del men hjälp av ett beslutsstöd. Man räknar dock aldrig stammarna för att få fram ett bedömningsunderlag, dels för att det är tidsödande men även för att det inte är till så stor hjälp eftersom underväxten kan se ut på många olika sätt. För att underlätta bedömningen så delas underväxten upp i klasser, där de övre klasserna motsvaras av att förröjningsbehov föreligger i beståndet. Detta bygger på en modell/bildmaterial från 80-talet och brukar kallas för John-Erik Skördåkers modell, efter upphovsmannen till detta material. Mer om modellen följer nedan.

Ute bland flödesområdena så förekommer det att man genomför kalibreringar. Antingen arbetar man med de olika underväxtklasserna eller så träffas planerare och maskinförare för att diskutera när det bör förröjas respektive inte förröjas. De kalibreringar som har genomförts har anordnats lokalt på flödesområdena. I hur stor grad det genomförts kalibreringar varierar mellan de olika områdena (D. Holmgren, produktionsledare flödesområde Uppland på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, oktober 2015; K. Hedberg, planeringsledare flödesområde Ljusdal på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, oktober 2015; T. Persson, planerare flödesområde Bollnäs på Stora Enso Skog, personlig

kommunikation, oktober 2015; B. Karlsson, planeringsledare flödesområde Sveg på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, januari 2016).

Planerarna på Stora Enso Skog kalibrerar sina bedömningar av förröjningsbehov även genom att ha en nära kontakt med maskinförarna där planerarna får feedback och en bild av hur bedömningarna fungerar (M. Elversson, planerare flödesområde Bollnäs på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, september 2015). Även genom de uppföljningar som maskinlagen utför kan planeraren få en bild av hur denna ligger till i sina bedömningar och således kunna kalibrera sig mot detta.

2.4 Instruktioner och modeller

Idag saknas det en standardiserad metod för bedömning av förröjningsbehov. För många andra skogliga åtgärder finns det utarbetade beslutsstöd för när en viss åtgärd ska sättas in. Till exempel använder många skogsbolag gallringsmallar för att underlätta vid bedömning om behov av gallring föreligger.

De instruktioner som finns inom området återkommer ofta till att den som planerar för avverkningen ska göra en visuell bedömning av behovet av förröjning. Det är svårt att sätta upp specifika bedömningsgrunder för att avgöra om det bör förröjas (Skogsbrukets Yrkesnämnd, 2016, Länk A). Detta eftersom det är svårt att definiera förröjningsbehov genom absoluta tal, till exempel antalet underväxtstammar.

En del företag har dock tagit fram generella riktlinjer för när förröjning kan vara aktuellt (N. Petersson, planeringsledare flödesområde Falun på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, september 2015; M. Andersson, skogsskötselspecialist på SCA, personlig kommunikation, september 2015). Holmen nämner bland annat i sin rutin, att gallringsbestånd där det finns över 3 000 underväxtstammar (<8 centimeter brösthöjdsdiameter) per hektar, som är över 1,3 meter höga, ska förröjas. Alternativt om en betydande andel av underväxten är väldigt hög (>5 meter) så kan även bestånd med mindre än 3 000 underväxtstammar/ha förröjas (Byström, 2015, ej publicerat).

John-Erik Skördåkers modell

En modell arbetades fram under 80-talet på dåvarande Stora, av Skördåkers. I modellen delas graden av underväxt upp i olika klasser. För gallring används fem klasser och för slutavverkning fyra klasser. Klass fem för gallring respektive fyra för slutavverkning är den "tätaste" graden av underväxt. Bestånd i klass tre eller högre ska enligt modellen förröjas innan avverkning. För att särskilja de olika klasserna så används ett bildmaterial. Bilderna fungerar som referens och är uppdelade efter de olika klasserna. Tanken är att utifrån referensbilderna dela in bestånd i de olika klasserna. Figur 2.1 nedan föreställer en av bilderna från modellen.

Dokumentationen för modellen är dock bristfällig och vetenskapliga belägg saknas (H. Olsson, skogsskötselchef region Mitt på Stora Enso Skog, personlig

kommunikation, september 2015; M. Busk, planeringschef region Nord på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, september 2015; Olsson & Haanaes, 2015, ej publicerat).

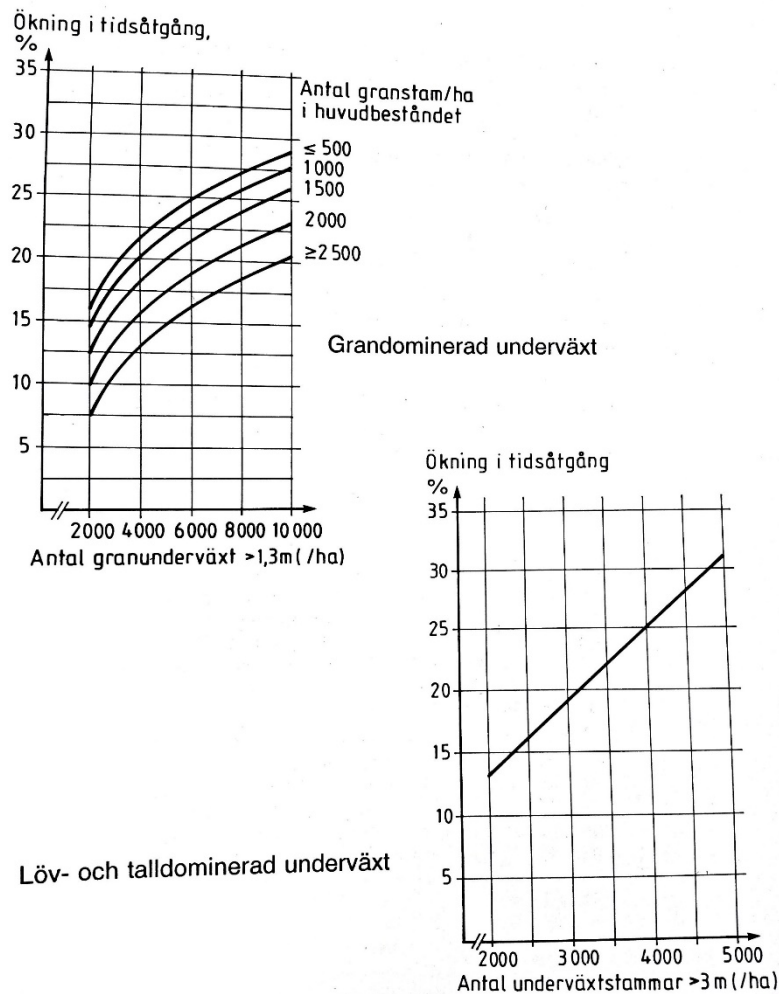


Figur 2.1. Underväxtklass 3 i gallring enligt John-Erik Skördåkers modell (fotograf: Anon).

Skogsarbetens modell

Denna modell har utarbetats av Gunnarsson m.fl. (1992) vid Forskningsstiftelsen Skogsarbeten och bygger på ekonomiska uträkningar för olika tillvägagångssätt (förröja eller inte förröja) för olika områden i ett bestånd. Resultatet fås genom att väga den extra kostnaden som blir om området inte förröjs mot kostnaden att förröja området innan gallring. För att modellen ska fungera krävs det ett fullgott kostnadsunderlag för röjning samt skördarkostnad.

Genom att lägga ut provytor i hela eller delar av bestånd så beräknas den uppskattade sänkningen av skördarens prestation, på grund av underväxt. Beräkningarna skiljer sig åt beroende på om området domineras av granunderväxt eller löv- och tallunderväxt. På områden med kategorin grandominerande underväxt så räknar man antal huvudstammar av gran och underväxtstammar av gran högre än 1,3 meter. På områden som kategoriseras som löv- och talldominerande underväxt så räknar man antal underväxtstammar högre än 3 meter. Vid uträkningen används givna tabeller, en för varje kategori enligt ovan. I diagrammen (figur 2.2 nedan) går det att utläsa den antagna procentuella ökningen av skördarens tidsåtgång vid ett givet antal underväxtstammar. Med hjälp av tabellerna och ett bra pris- och prestationsunderlag så kan man ta reda på om det ekonomiskt lönar sig att förröja ett bestånd innan gallring (Gunnarsson, m.fl. 1992). Det bör dock poängteras att materialet är mer än 20 år gammalt och skördarens teknik har förändrats sedan dess (Nordfjell, m.fl. 2010).



Figur 2.2. Diagram från handledningen "Gallring i bestånd med underväxt" (Gunnarsson, m.fl. 1992). Diagrammen visar hur mycket skördarens tidsåtgång antas öka i ett örjtt bestånd.

2.5 Arbetets syfte

Arbetets syfte är att ta fram en modell som på ett enkelt och framförallt effektivt sätt kan användas för att bedöma underväxtens täthet i ett bestånd. Med täthet syftas det dock inte nödvändigtvis på antal underväxtstammar, utan det kan även gälla sikten i beståndet. Tanken är att man inte ska behöva ödsla tid på stamräkning av underväxt. Vidare är förhoppningen att kunna koppla modellen mot uppsatta gränsvärden och riktlinjer för att sedan använda den som ett beslutsstöd vid bedömning av förröjningsbehov vid avverkningsplanering.

Arbetet kommer även att undersöka hur modellen bedöms av olika personer. Skiljer sig tolkningen av modellen åt mellan olika individer? Slutligen avser arbetet även att utvärdera och analysera tillförlitligheten hos den framtagna modellen. Går den att tillämpa och använda i en större verksamhet?

3. MATERIAL OCH METODER

Arbetet består av två delar, en fältstudie och en undersökning bland planerare. Fältstudien genomfördes för att få in data och material för olika grad av underväxt i skogsbestånd. Sedan gjordes en undersökning för att se hur olika personer tolkade materialet som samlades in vid fältstudien.

För att ta reda på grumligheten i sjöar och hav används ett mått som kallas för siktdjup (Havsmiljöinstitutet, 2015, Länk F). Det går till så att en standardiserad skiva kallad secchiskiva, sänks ner i vattnet tills att den inte längre går att se. Avståndet mellan skivan och vattenytan motsvaras av siktdjupet (Havsmiljöinstitutet, 2015, Länk G). Tanken i denna studie var att på ett liknande sätt kunna bestämma underväxtens täthet i skogen. Den standardiserade skivan placerades istället på en stam i skogen, där man ville mäta underväxtens täthet. Istället för att mäta upp ett avstånd tills att skivan inte går att se längre, så var tanken att använda ett givet avstånd. Från detta avstånd bedömdes sedan hur stor andel av skivan som var synlig.

3.1 Fältstudie

I fältstudien placerades provytor ut och antalet stammar räknades. Stammarna fördelades på gagnvirkesstammar och underväxtsstammar, samt per trädslag. Underväxtsstammar av löv fördelades även mellan lövat och avlövad löv. På varje provyta togs det även två fotografier, där den nya täthetsmodellen representerades. Fotona togs med åtanke att användas i enkätundersökningen senare. Fältstudien utfördes under oktober och november 2015. Bifogat som bilaga (bilaga I) i denna rapport finns den fullständiga instruktionen som följdes vid fältdatansamlingen. Även fältblanketten som variablerna noterades på finns bifogad som bilaga (bilaga II).

Provområden

Fältstudien utfördes på Bergvik Skog Västs markinnehav, den del av Bergvik Skogs marker som förvaltas av Stora Enso Skog. Provytorna lades ut på planerade trakter, där avverkningsformen var första-, andragallring eller slutavverkning. För att få in trakter där förröjning var mest aktuell så prioriterades trakter med förstagallring. För att få med hela spannet i undersökningen, från avsaknad av underväxt till väldigt tät underväxt så valdes både trakter där planerare hade satt förröjning innan avverkning och trakter där förröjning inte ansetts vara nödvändig innan avverkning. Trakter som hade satts som förröjning men där röjningen redan var utförd, gjordes det inga mätningar i. Dessa trakter ströks från studien.

Eftersom underväxt och skog varierar mycket i utseende, beroende på vart i landet man befinner sig, så valdes trakter ut från två olika flödesområden inom Stora Enso Skog, Bollnäs och Dalälven.

Rent praktiskt så valdes trakterna ut genom att göra sökningar i Stora Enso Skogs operativa planeringssystem VSOP samt genom kontakt med planeringsledarna på respektive flödesområde.

Ytutläggning

Provytorna lades ut enligt Bergvik Skogs instruktioner "Detaljerade anvisningar för objektiv inventering i gallrings- och föryngningsavverkningsskog" (Bergvik Skog, 2015, ej publicerat), samt "Anvisningar för ytutläggning i kvadratförband med hjälp av kompass och avståndsmätning" (Bergvik Skog, 2015, ej publicerat). Enligt instruktionerna så bestäms antalet provytor av hur stort beståndet är enligt tabellen nedan (tabell 3.1). I det här fallet räknas trakten som ett bestånd.

Tabell 3.1. Antal provytor i förhållande till beståndsstorlek, ur Bergvik Skogs "Detaljerade anvisningar för objektiv inventering i gallrings- och föryngringsavverkningsskog" (Bergvik Skog, 2015, ej publicerat).

Bestånds-areal, ha	Antal provytor	Kvadratförband, m
0-	2	
2-	4	
4-	(6)	90
6-	(8)	100
9-	(10)	100
11-	(10)	110
13-	(10)	120
15-	(10)	130
17-	(11)	130
19-	(12)	130
22-	(13)	140
27-	(13)	150
32-	(14)	160
37-	(14)	170
42-	(14)	180
47+	(14+)	190

Definitioner

För att enkelt kunna bestämma olika variabler vid fältstudien så behövdes tydliga definitioner av ett antal nyckelbegrepp. Definitionerna bygger delvis på ett tidigare arbete inom området (Gunnarsson, m.fl., 1992), men även på intervjuer med maskinförare (B. Norin, maskinförare flödesområde Bollnäs på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, oktober 2015; L. Mattsson, maskinförare flödesområde Bollnäs på Stora Enso Skog, personlig kommunikation, oktober 2015). Nedan presenteras de definitioner som har använts i studien.

Hindrande underväxtstammar

Samtliga stammar som överstiger en höjd av 1,3 meter och har en brösthöjdsdiameter som understiger 7 centimeter i gallring eller 10 centimeter i

slutavverkning. Hit räknas dock även stammar som har en grövre brösthöjdsdiameter än 7 centimeter i gallring eller 10 centimeter i slutavverkning, men är lägre än 3 meter. I fältstudien så fördelades stammarna efter trädslag, samt lövat respektive avlövad löv. Lövstammar där mer än 25 procent av lövet bedömdes sitta kvar räknades som lövad löv. Till avlövad löv räknades således stammar där mindre än 25 procent av lövet bedömdes sitta kvar.

Gagnvirkesstammar

Samtliga stammar som översteg en höjd på 3 meter och hade en grövre brösthöjdsdiameter än 7 centimeter i gallring eller 10 centimeter i slutavverkning definierades som gagnvirkesstammar. Det vill säga stammarna som faller ovanför definitionen av hindrande underväxtstammar enligt ovan.

Mekaniskt hindrade stammar vid aggregatansättning

Gagnvirkesstammar (enligt ovan) där det runt hela stammarna förekom underväxtstammar på ett avstånd närmare än 1,3 meter från gagnvirkesstammen klassades som mekaniskt hindrade stammar. Underväxtstammarna skulle vara så pass grova att de ansågs hindra (styra) skördaraggregatet (ca >2-3 centimeter i stubbdiameter). Underväxten som hindrade gagnvirkesstammen behövdes inte kunna hänföras till definitionen hindrande underväxtstammar (enligt ovan).

Tillvägagångssätt

När man kom fram till en provyta (enligt tidigare nämnda instruktioner) så placerades en skiva på närmaste gagnvirkesstam. Skivan som användes var i form av ett vitt A4-papper (210 × 297 mm) i en plastficka. Skivan placerades på en höjd av 170 centimeter ovan mark (ögonhöjd). Med hjälp av handdator antecknades ytans koordinater. Därefter mättes ett avstånd på 10 meter upp från skivan mot det håll som man kom till provytan ifrån. Från den punkten gjordes en bedömning av hur många procent av skivan som var synlig. Från samma punkt fotograferades skivan. Ett foto togs 170 centimeter ovan mark och ett 320 centimeter ovan mark. Den senare höjden motsvarade ögonhöjden som en teoretisk maskinförare skulle ha sittande i skördaren.

Därefter togs en cirkelprovyta med radien 5,64 meter (100 m²), provytecentrum placerades mitt emellan punkten för där fotografierna togs och skivan (dvs. 5 m från skivan). I cirkelprovytan räknades, enligt tidigare nämnda definition, antalet gagnvirkesstammar fördelat på tall, gran och löv, samt hindrande underväxtstammar fördelat på tall, gran, lövad löv och avlövad löv. I cirkelprovytan räknades även antalet gagnvirkesstammar som bedömdes vara mekaniskt hindrade vid aggregatansättning, enligt definitionen ovan.



Figur 3.1. Exempel på ett av fotografierna taget vid fältstudien. I cirkelprovytan för denna provyta fanns totalt 109 underväxtstammar och 12 gagnvirkesstammar (fotograf: Johan Persson).

3.2 Undersökning

Eftersom modellen ska tolkas visuellt så finns det en risk att den tolkas olika från person till person. Därför ansågs det vara nödvändigt att genomföra en undersökning för att kontrollera om så var fallet samt få en uppfattning om hur stora de eventuella skillnaderna var. För att detta skulle vara praktiskt genomförbart så fick undersökningsdeltagarna bedöma foton som representerade modellen, istället för att göra bedömningen ute i fält.

Utskick av undersökning

Hos Stora Enso Skog gjordes ett urval av personer som skulle delta i undersökningen. Personerna som valdes arbetar till vardags med planering, administrativt eller i fält. Totalt 50 av fotografierna som togs i ögonhöjd (170 centimeter ovan mark) vid fältstudien plockades ut. Sedan användes den webbaserade undersökningsplattformen Netigate för att utföra en undersökning angående bilderna. Undersökningen gick ut på att deltagaren fick ett foto (likt figur 3.1 ovan) visat för sig och sedan skulle han/hon besvara frågan "Hur många procent av A4-pappret bedömer du som synligt?", med en siffra mellan 0 och 100.

Undersökningen skickades ut per e-post till 33 personer och efter tre veckor skickades en påminnelse ut till de som ännu inte hade besvarat undersökningen.

Skillnad mellan ögonhöjd och skördarförarhöjd

Hur många procent av A4-pappret som syntes från en teoretisk ögonhöjd på en skördarförare mot sikten från ögonhöjd stående på marken kontrollerades också. Undersökningen utfördes genom att de 50 provytorna som hade plockats ut för den tidigare undersökningen valdes. Sedan gjorde undertecknad en bedömning på hur många procent av A4-pappret som syntes på de både fotona tagna på varje provyta. En bedömning gjordes för fotot taget i ögonhöjd (170 centimeter ovan mark) och en bedömning gjordes för fotot taget från en teoretisk skördarförarens ögonhöjd (320 centimeter ovan mark).

3.3 Analyser och statistiska beräkningar

När alla uppgifter från fältstudien och undersökningen hade samlats in så sammanställdes detta med hjälp av Microsofts kalkylprogram Excel. I Excel togs följande statistiska värden fram: medelvärde, uppskattat relativt medelfel, standardavvikelse, varians samt variationsvidd. Dessa värden ger en bild av hur eniga undersökningsdeltagarna var i bedömningarna av fotografierna. Formlerna för de olika statistiska beräkningarna var enligt följande:

- Medelvärde: $\frac{\text{summan av samtliga svar på frågan}}{\text{antal respondenter}}$
- Uppskattat relativt medelfel: $\frac{\text{standardavvikelse} / \sqrt{\text{antal respondenter}}}{\text{medelvärde}}$
- Standardavvikelse: $\sqrt{\frac{\sum(\text{svar på frågan} - \text{medelvärde})^2}{\text{antal respondenter} - 1}}$
- Varians: $\text{standardavvikelse}^2$
- Variationsvidd: $\text{högsta svaret på frågan} - \text{lägsta svaret på frågan}$

Det gjordes även en regressionsanalys på sambandet mellan hur många procent av skivan som ansågs vara synlig och antalet underväxtstammar. Där togs även R^2 -värdet fram, för att kontrollera hur starkt sambandet var. I Excel beräknades även skillnaden för hur stor andel av A4-pappret som syntes i ögonhöjd respektive teoretisk skördarförarhöjd.

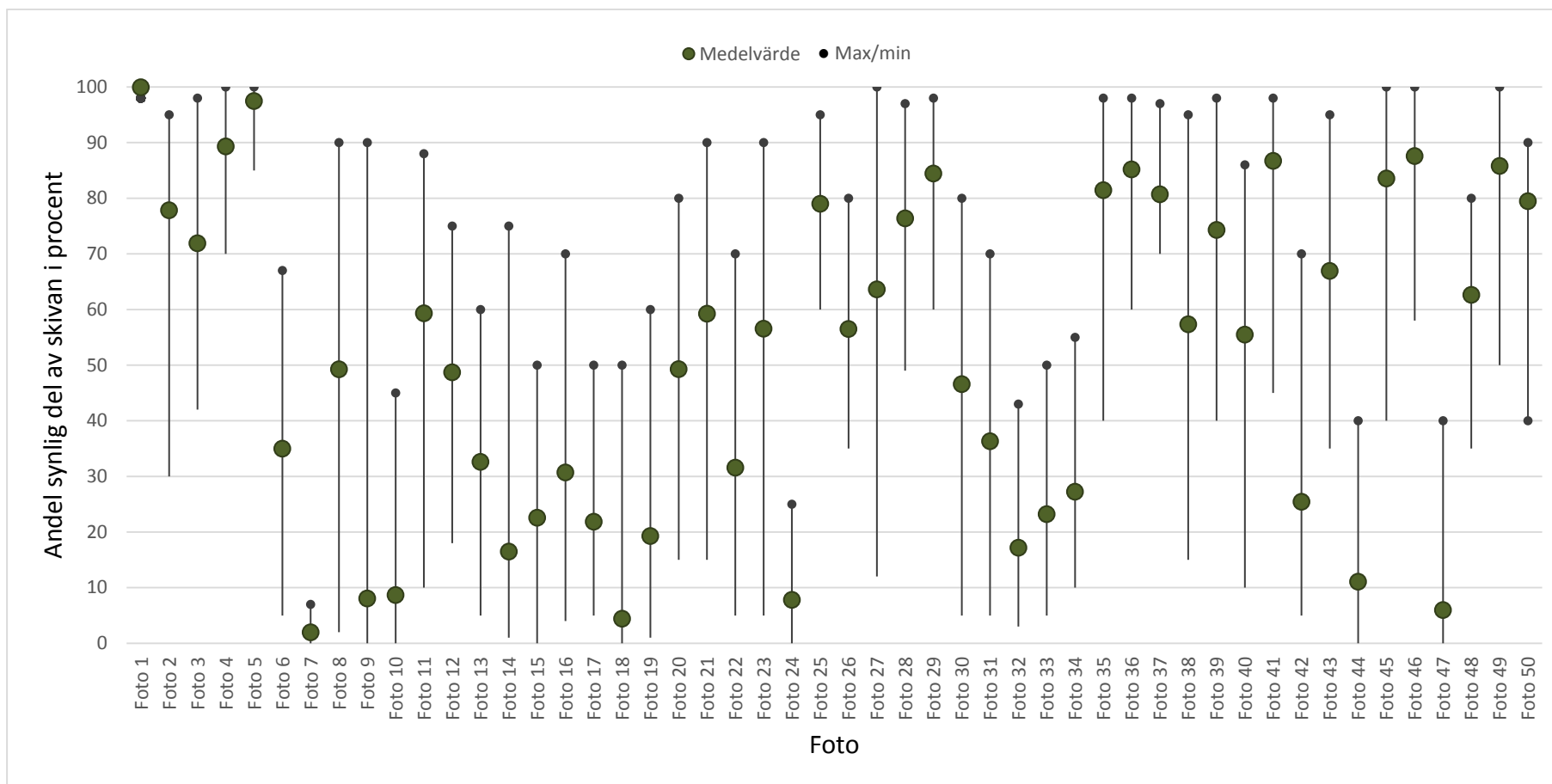
4. RESULTAT

Nedan presenteras de resultat som har framkommit i denna studie. Det vill säga resultatet från fältstudien och den undersökning som genomfördes bland planerarna på Stora Enso Skog.

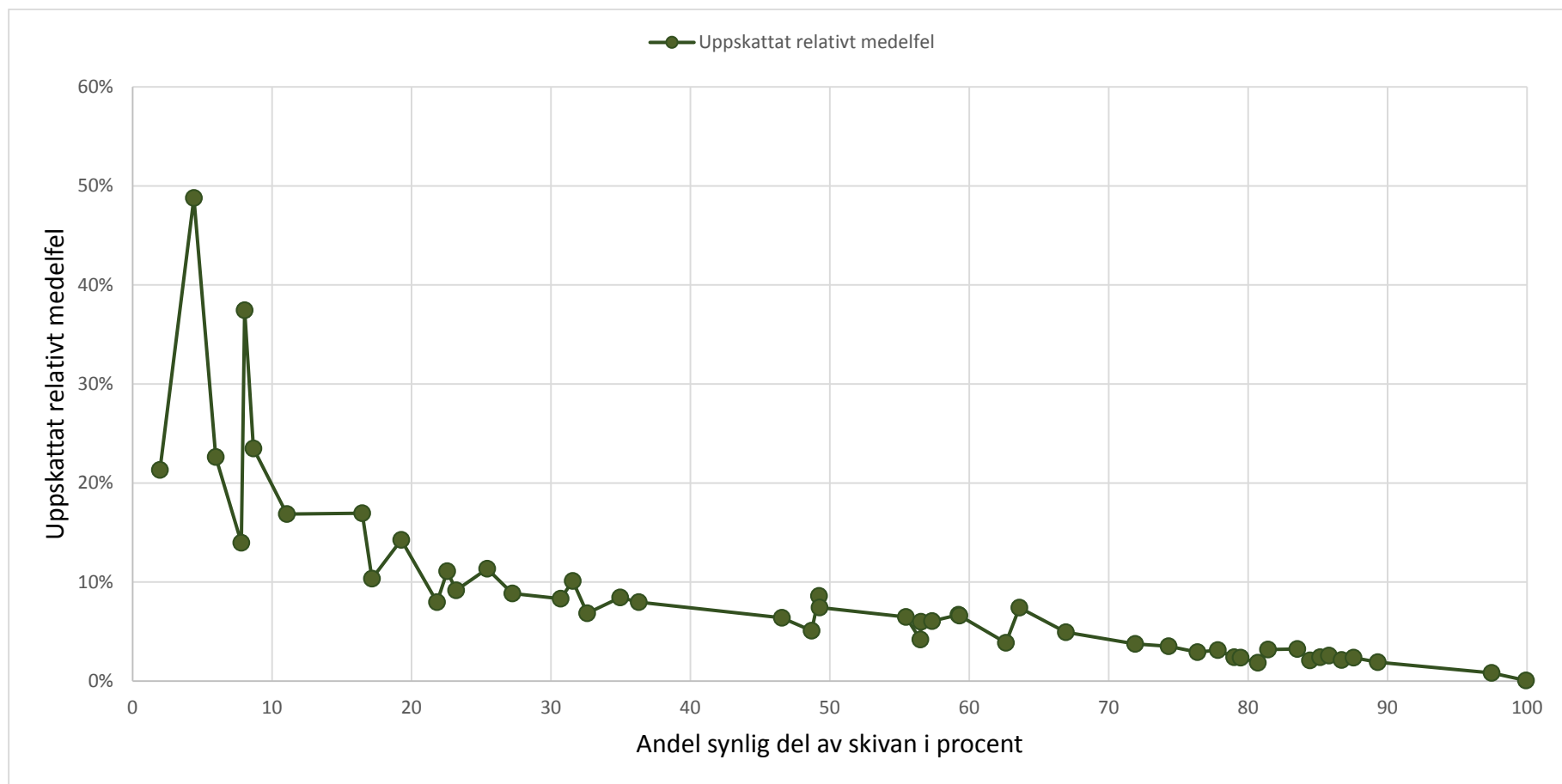
4.1 Undersökning av skillnaden mellan olika planerares bedömning

Av de 33 planerare och planeringsledare som undersökningen skickades till så var det 30 som besvarade den. Hela undersökningen innehöll 50 bilder. Det uppskattade relativa medelfelet för andel synlig del av skivan motsvarade cirka 8,7 procent, detta för samtliga frågor i hela undersökningen. Den genomsnittliga standardavvikelsen för andel synlig del av skivan blev cirka 13,4 och variansen cirka 204. Variationsviddens genomsnittliga värde för andel synlig del av skivan blev cirka 53,5.

I figur 4.1 nedan redovisas medelvärde och variationsvidd för respektive foto. Diagrammet visar att medelvärdet tenderar att inte alltid ligga på mitten av variationsvidden. Detta tyder på att en eller några få undersökningsdeltagare har en avvikande uppfattning. Diagrammet visar även att variationsvidden tenderar att minska om medelvärdet ligger nära det högsta eller lägsta möjliga värdet. Det vill säga nära 100 eller 0 procent synlig del av skivan. Figur 4.2 redovisar uppskattat relativt medelfel i förhållande till andel synlig del av skivan. Där kan man tydligt se att det uppskattade relativa medelfelet sjunker när en större andel av skivan är synlig.



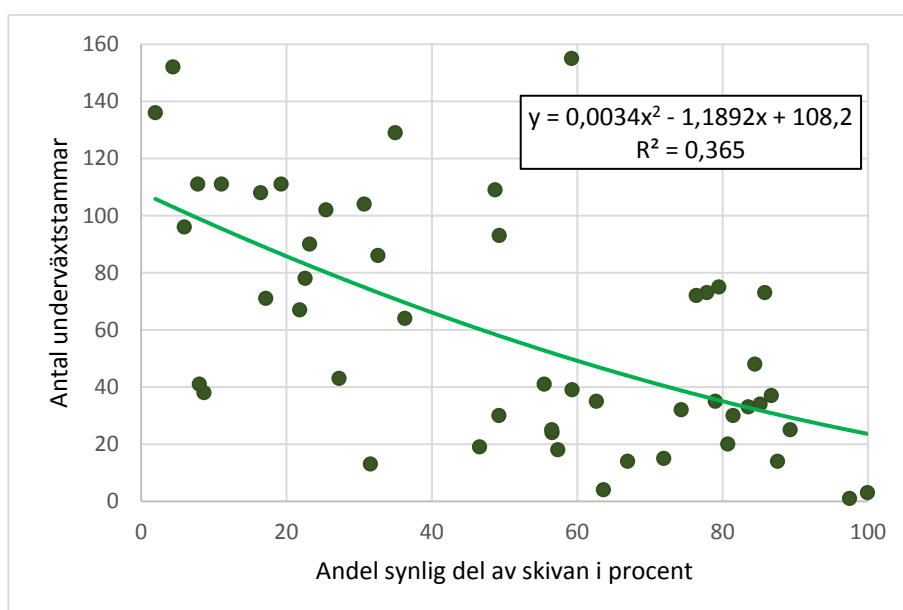
Figur 4.1. Diagrammet visar spridningen på inkomna svar från bedömningsundersökningen, fördelat per foto/provyta. De gröna punkterna representerar det sammanvägda medelvärdet från undersökningen. De svarta linjerna med svart punkt i varje ände visar det högsta och lägsta värdet som har lämnats i undersökningen. Ett stort spann på den svarta linjen betyder alltså att undersökningsdeltagarna är oeniga, medan ett litet spann betyder att man är eniga om hur modellen på fotot ska bedömas.



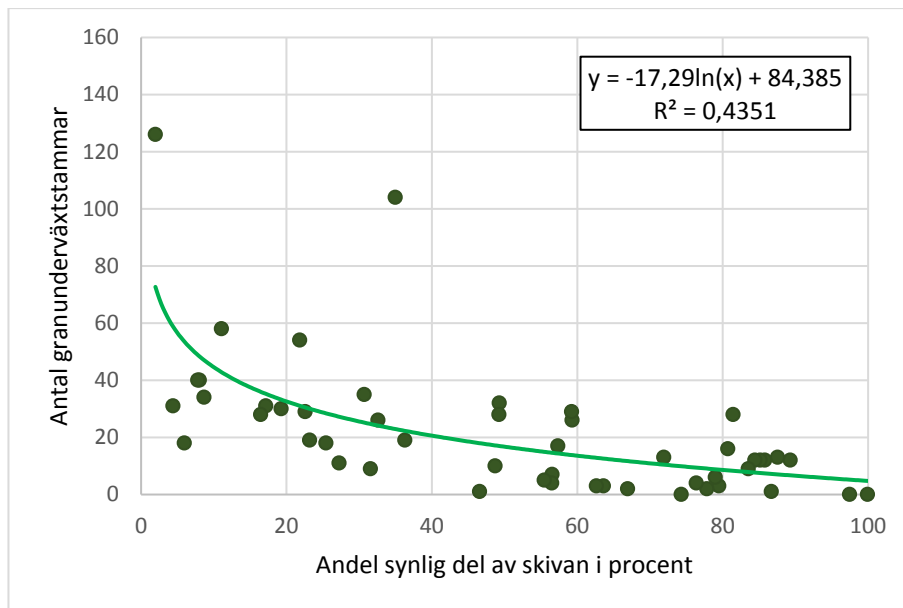
Figur 4.2. Diagrammet visar hur det uppskattade medelfelet från undersökningen förhåller sig till andelen synlig del av skivan i procent. Ett lågt uppskattat relativt medelfel visar att undersökningssdeltagarna är eniga i bedömningarna medan ett högt värde tyder på att man är oeniga.

4.2 Samband mellan andel procent som syns av skivan och antalet underväxtstammar

Nedan presenteras sambandet mellan det sammanvägda resultatet från undersökningen av hur stor andel av skivan som ansågs vara synlig och antalet underväxtstammar. Dels presenteras sambandet mellan andel bedömd synlig skiva och totalt antal underväxtstammar (figur 4.3), samt därefter andel bedömd synlig skiva och antal granunderväxtstammar (figur 4.4). Diagrammen visar att det finns ett starkare samband mellan antal granunderväxtstammar och andel bedömd synlig del av skivan, än för totalt antal underväxtstammar och andel bedömd synlig del av skivan. Sambandet mellan andel bedömd synlig del av skivan och totalt antal underväxtstammar har ett R^2 -värde på 0,365. För granunderväxt är R^2 -värdet 0,4351. Inom statistiken brukar man prata om att R^2 -värdet ska överstiga 0,6 för att sambandet ska anses vara starkt (Stenhag, 2013).



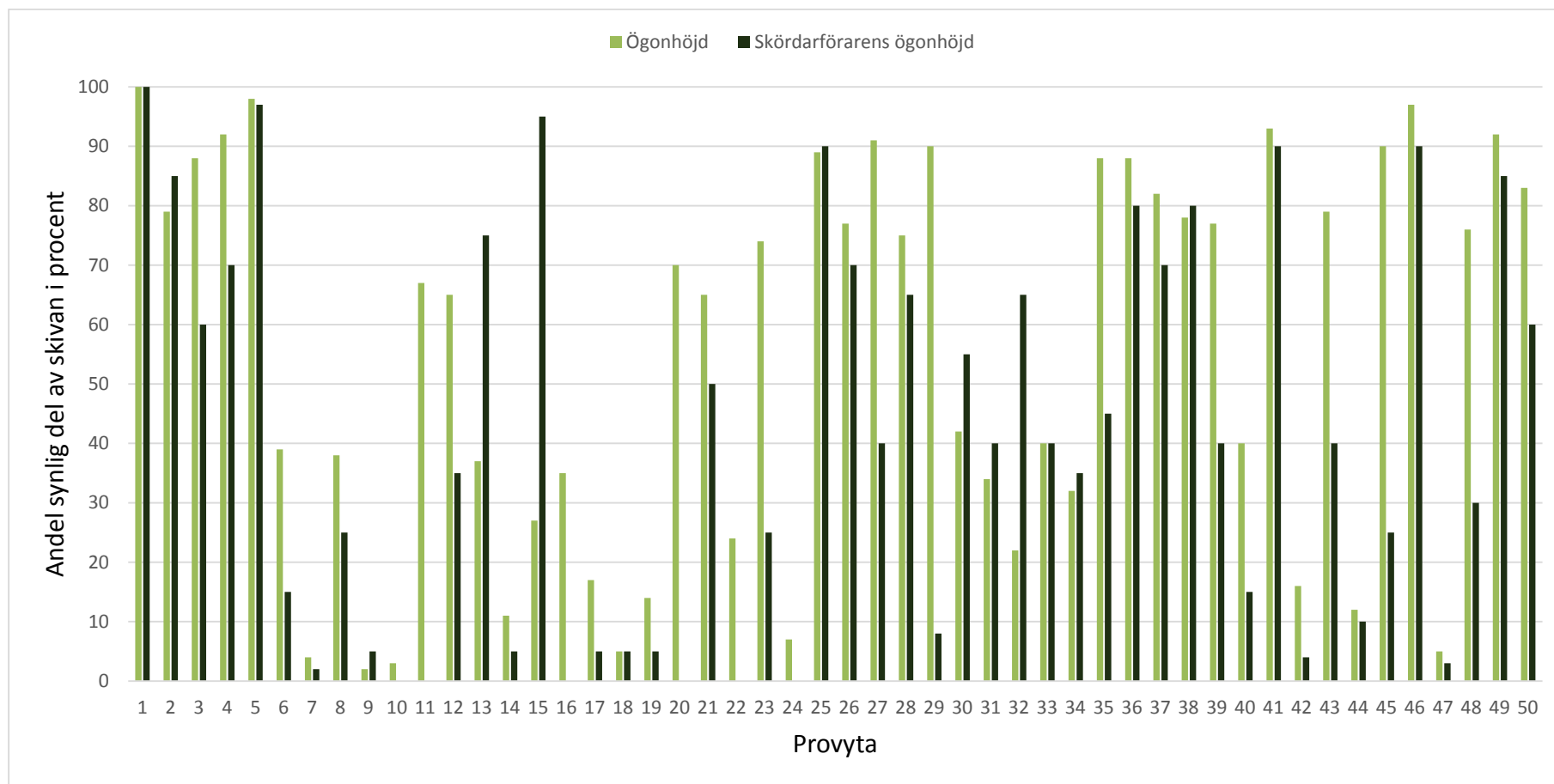
Figur 4.3. Samband mellan sammanvägd bedömd andel synlig del av skivan och totalt antal underväxtstammar på provytan (100 m²). Varje grön punkt i diagrammet motsvaras av en provyta. Trendlinjen och ekvationen är av typen andragsgradsfunktion.



Figur 4.4. Samband mellan sammanvägd bedömd andel synlig del av skivan och antal granunderväxtstammar på provytan (100 m²). Varje grön punkt i diagrammet motsvaras av en provyta. Trendlinjen och ekvationen är av typen logaritmisk funktion.

4.3 Skillnad i andel procent som syns av skivan i ögonhöjd respektive skördarförarhöjd

Procentandelen av skivan som bedömdes synas i ögonhöjd (170 centimeter ovan mark) och skördarförarens ögonhöjd (320 centimeter ovan mark) skiljde sig åt. I undersökningen för andel synlig skiva i skördarförarhöjd så blev den genomsnittliga variationsvidden strax under 22 procent. Medelvariansen för andel synlig del av skivan i skördarförhöjd motsvarade cirka 474 och genomsnittet för standardavvikelsen var cirka 15. I detta bygger siffrorna på bedömningar som jag har gjort för foton i ögonhöjd och skördarförarhöjd, och inte som tidigare på ett snitt från en undersökning med flera deltagare. I diagrammet nedan (figur 4.5) redovisas skillnaden för respektive provyta. I diagrammet kan man utläsa att den bedömda andelen synlig skiva är högre från ögonhöjd, än från skördarförarens ögonhöjd. Skivan bedömdes i genomsnitt synas drygt 14 procentenheter mindre från skördarförarens ögonhöjd, än från "normal" ögonhöjd.



Figur 4.5. Diagrammet visar skillnaden mellan andel bedömd synlig del av skivan i procent vid ögonhöjd (170 centimeter ovan mark) respektive skördarförarens ögonhöjd (320 centimeter ovan mark). De ljusa staplarna motsvarar ögonhöjd och de mörka motsvarar skördarförarens ögonhöjd.

5. DISKUSSION

En stor del av detta arbete har ägnats åt att tillsammans med uppdragsgivaren bestämma hur modellen ska utformas. Sedan undersöktes på vilket sätt uppgifter skulle samlas in för att göra det möjligt att utvärdera och analysera modellen. Den största drivkraften har varit målet med modellen, att den ska komma till praktisk nytta för min uppdragsgivare inom en ganska snar framtid. Detta återstår nu att se.

Problemet som arbetet belyser kan tyckas vara ganska enkelt, vilket även jag till en viss del också trodde från början. Men ganska snart upptäcker man att det är en komplex frågeställning. Det är många variabler som spelar in och underväxt kan se ut på många olika sätt. Det skulle vara fullt möjligt att lägga ut provytor i bestånd och räkna antal underväxtstammar. För att få relativt säkra data på antal underväxtstammar som det står i bestånden. Men det kommer förmodligen inte att vara en bra metod vid beslut som rör frågan om en trakt ska förröjas eller inte. Detta eftersom huvudsyftet med förröjning är att skapa bättre sikt för skördarföraren och vid en viss typ av underväxt så kan sikten vara dålig redan vid relativt få antal underväxtstammar. Vid en annan typ av underväxt däremot, kan det vara bra sikt även vid ett högt antal underväxtstammar. Tanken är att modellen som har tagits fram i det här arbetet ska spegla skördarförarens sikt på ett bra sätt.

En stor brist i detta arbete och modellen anser jag vara behandlingen av lövat löv. Vid insamlandet av fältvariablerna så bestämdes det att avlöst löv och lövat löv skulle skiljas åt. Tanken var sedan att räkna ut hur stor skillnaden i modellen var beroende på om en lövstam var lövad eller avlöst. Det vill säga hur många procent mindre skivan syntes om en stam var lövad, jämfört med om den vore avlöst. Dock utfördes fältstudien i oktober och november, vilket innebar att större delen av lövstammarna redan var avlösta. På cirka 10 procent av provytorna som ingick i studien fanns det lövstammar med löv, dock väldigt få. Detta ansåg jag vara så pass lite att det inte ens var lönt att analysera närmare. Detta eftersom siffrorna förmodligen kommer bli osäkra och riskera att ge en felaktig bild. Dock så har koordinaterna för varje provyta dokumenterats, samt väderstrecket från där fotot på skivan är taget. Detta tillsammans med foto på provytan ger förutsättningen för att nu till våren/försommaren 2016 kunna göra återbesök på provytorna med hög andel lövstammar och ta ett nytt foto där lövstammarna är lösta. Förmodligen så är det en ganska svår uppgift eftersom GPS-positioneringen inte är exakt, men med hjälp av fotona så borde det inte vara en omöjlig uppgift att hitta tillbaka till samma plats.

En sak som det har funderas mycket på i detta arbete är hur underväxt definieras och särskiljs. Det finns ingen riktigt uttalad definition av vad som ska klassas som underväxt. I den här studien har jag tillsammans med kunniga personer på området kommit fram till en definition som vi har valt att kalla hindrande underväxt. Det är den här definitionen som jag sedan har utgått ifrån när jag utförde fältstudien. En stor nackdel med detta tillvägagångssätt är att det blir

svårt att göra jämförelser med andra studier. Dock finns det väldigt få publicerade studier gjorda på området och mig veterligen ingen som liknar den här.

Resultatet från undersökningen för hur olika personer bedömer modellen gav ett uppskattat medelfel på 8,7 procent, i genomsnitt. Detta kan låta som ett ganska högt medelfel. Men om man jämför det med andra skogliga mått så är det absolut inte extremt, snarare tvärtom. Man kan exempelvis jämföra med skattning av grundyta med hjälp av relaskop. Då räknar man med ett medelfel på cirka 20 procent (Skogsstyrelsen, 2016, Länk H). Studerar man fördelningen av medelfel i detalj i denna studie (figur 4.2) så ser man att den största osäkerheten är koncentrerad till under 25 procent synlig del av skivan. När cirka 25 procent eller mera av skivan bedöms vara synligt så ligger det uppskattade medelfelet ganska stabilt under 10 procent. Det är först när mindre än 25 procent av skivan bedöms vara synligt som medelfelet ökar. Att medelfelet ökar när mindre än 25 procent av skivan syns borde inte ha så stor betydelse för modellens funktionalitet. Eftersom gränsen för när ett område borde förröjas förmodligen ligger tidigare, det vill säga när mer än 25 procent av skivan är synlig.

I resultaten redovisades skillnaden i andel procent som syns av skivan i normal ögonhöjd respektive en teoretisk skördarföräres ögonhöjd. Detta bygger inte på ett genomsnitt från en större testgrupp, som övriga data utan endast på bedömningar som jag har gjort. Det vill säga att jag har bedömt fotona tagna i skördarförärehöjd på samma sätt som fotona i normal ögonhöjd bedömdes. Sedan har jag analyserat skillnaderna. Eftersom resultatet endast bygger på en persons bedömningar så kan det vara något osäkert.

Jämförelse med annan studie

Som jag har varit inne på tidigare så saknas exakta definitioner av underväxt och förröjning. Detta gör det svårt att jämföra olika studier inom området. Men det kan ändå vara intressant att göra ett försök till detta.

Tidigare har en finsk studie beskrivits, gjord vid Finlands motsvarighet till Sveriges lantbruksuniversitet. I studien undersökte man när det är ekonomiskt försvarbart att förröja. Man definierade dock underväxt annorlunda än i denna studie. I gallringsbestånd för den här studien definieras underväxtstammar som: "Samtliga stammar som överstiger en höjd av 1,3 meter och har en brösthöjdsdiameter som understiger 7 centimeter. Samt stammar som har en grövre brösthöjdsdiameter än 7 centimeter, men är lägre än 3 meter". Den finska studien definierar underväxtstammar i gallring enligt följande: "The undergrowth was defined as trees under 7,0 cm in DBH, and over 1,1 cm in stump diameter. The trees of merchantable wood were defined as trees of DBH \geq 7,0 cm" (Kärhä, 2006). Det vill säga fritt översatt: "Underväxt definierades som stammar med en brösthöjdsdiameter på under 7 centimeter, men med en stubbdiameter på över 1,1 centimeter. Gagnvirkesstammar definierades som stammar med en brösthöjdsdiameter på över 7 centimeter.". Den finska studien undersökte endast förröjning i förstagallring.

I studien från Finland så har man räknat på gränsvärden som definierar vid vilket minsta antal granunderväxtstammar som det är lönsamt att förröja. Till exempel om underväxten har en medelhöjd på 2 meter och man har ett gallringsuttag på 40 m³/ha där medelstammen är 0,07 m³. Då säger studien att det minst ska vara 4200 granunderväxtstammar per hektar för att förröjning ska vara lönsamt (Kärhä, 2006). För att dra paralleller till denna studie så används samma stamantal i ekvationen för att beräkna antal underväxtstammar i förhållande till andel synlig del av skivan i procent. Vid 4200 underväxtstammar så motsvaras detta av att cirka 70 procent av skivan syns. Dock bör det poängteras att detta är en högst osäker siffra. Eftersom det finns flera felkällor. Dels överensstämmer definitionerna mellan de två studierna dåligt och dessutom har ekvationen för att räkna om andel synlig del av skivan till antal underväxtstammar en hög osäkerhet.

5.1 Slutsats

Baserat på de resultat som framlagts i denna rapport anser jag att det är möjligt att använda den föreslagna modellen i praktisk drift. Dock bör den nog till en början testas i mindre skala och självklart så kan den förbättras och göras mer noggrann. Då tänker jag främst på att den behöver testas på lövad underväxt. Man kan tänka sig att med hjälp av fler provytor på lövat löv så skulle det kanske gå att räkna ut hur mycket det påverkar om det sitter löv på underväxten jämfört med om det inte gör det.

Vid praktisk användning av modellen skulle man kunna tänka sig att man sätter upp gränsvärden fördelat på olika klasser. Beroende på vilken klass som en provyta tillhör så kan klasserna fungera som ett beslutsstöd. Klasserna har då i förväg definierats och det har bestämts om de bör förröjas. Rent praktiskt vid planering så är tanken att ta fram ett genomsnitt för flera provytor på en trakt, alternativt del av en trakt.

Ett annat alternativ är att man skapar en prioriteringslista utifrån modellen. Det vill säga att när man planerar avverkningstrakter på till exempel ett skogsbolag så tar man med jämna mellanrum en provyta för modellen. Sedan räknas ett genomsnitt ut för hela eller delar av trakten. Med hjälp av detta kan sedan trakterna sorteras efter hur tät underväxten är. Då kan man enkelt prioritera resurserna till de trakter där de behövs mest. Det bör dock finnas en nedre gräns när man ska undvika att röja, för att inte riskera att trakter som inte behöver förröjas ändå röjs.

6. SAMMANFATTNING

Syftet med arbetet var att ta fram och utvärdera en modell för att enkelt kunna bestämma tätheten i underväxt. Vidare var tanken att koppla gränsvärden till modellen och använda detta som ett beslutsstöd vid skoglig planering. Arbetet har utförts på uppdrag av Stora Enso Skog.

Förröjning är en åtgärd som görs i samband med gallring eller slutavverkning. Åtgärden är uteslutande till för att underlätta avverkningsarbetet och då främst skördarförarens arbete. Vid förröjning röjs de underväxtstammar bort som hindrar sikten för skördarföraren, samt underväxtstammar som utgör ett hinder vid aggregatansättning. Det är oftast vid planeringen av avverkningen som det bestäms om det bör förröjas eller inte. Idag bestäms detta oftast genom att planeraren gör en visuell bedömning och förlitar sig på sina erfarenheter.

Modellen som har tagits fram och utvärderas i detta arbete är förhållandevis enkel. Den bygger på att provytor placeras ut på trakten som ska bedömas. På provytan placeras en skiva hängandes på en stam. Skivan är i formatet av ett A4-papper och placeras i ögonhöjd. Sedan mäts ett avstånd på 10 meter upp från skivan. Från denna punkt så bedöms sedan hur många procent av skivan som är synliga. Tanken är sedan att med hjälp av uppsatta gränsvärden/riktvärden kunna använda detta som ett beslutsunderlag. Dock har inga sådana gränsvärden tagits fram i detta arbete. Modellen är tänkt att ses som ett täthetsmått på underväxten. Användaren får sedan sätta upp gränsvärden utefter sina egna riktlinjer.

Eftersom modellen bedöms visuellt så är det inte ett absolut mått. Detta kan betyda att den bedöms olika av olika personer. I arbetet så har detta kontrollerats på så sätt att 30 personer fått bedöma modellen genom att tolka den på foton. Deltagarna fick bedöma modellen baserat på 50 olika foton. Resultatet från undersökningen användes sedan för att beräkna olika statistiska mått. Undersökningen visade att det uppskattade relativa medelfelet för andel synlig del av skivan var i genomsnitt cirka 8,7 procent. Den genomsnittliga standardavvikelsen cirka 13,4, variansen cirka 204 och variationsvidden cirka 53,2, för andel synlig del av skivan.

I studien undersöktes även sambandet mellan täthetsmättet som tagits fram och antal underväxtstammar. Dels kontrollerades sambandet med totalt antal underväxtstammar, men även sambandet med underväxtstammar av enbart gran. Här visade det sig att modellen korrelerar bättre med enbart antal underväxtstammar av gran, än med totalt antal underväxtstammar. För totalt antal underväxtstammar så blev R-kvadratvärdet för ekvationen 0,365 och för granunderväxtstammar 0,4351. Dock får man anse att sambandet är svagt för de båda jämförelserna.

7. REFERENSLISTA

7.1 Publikationer

Carlsson, T. (2007). Risken för spridning av röta vid förröjning i granskog i södra Sverige. (*Examensarbete / Jägmästarprogrammet (Sveriges lantbruksuniversitet)*, 2007:99)

Dehlén, J. (2010). Mindre studie av en ny gallringsmetod i stamtät förstagallring av gran i södra Sverige. (*Examensarbete / Skogsmästarprogrammet (Sveriges lantbruksuniversitet)*, 2010:12)

Eliasson, L. & Johannesson, T. (2009a). Förröjning underlättar bränsleanpassad slutavverkning. (*Resultat nr. 17 2009 / Skogforsk*)

Eliasson, L. & Johannesson, T. (2009b). Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning. (*Arbetsrapport nr. 692 2009 / Skogforsk*)

Frank, N. (2006). Underröjning i förstagallring. (*Examensarbete / Skogsingenjörsprogrammet (Sveriges lantbruksuniversitet)*, 2006:64)

Gunnarsson, P. & Hellström, C. (1992). Bestånd med underväxt – rätt åtgärd på rätt plats sänker kostnaderna. (*Redogörelse / Forskningsstiftelsen Skogsarbeten*, 1992:1)

Gunnarsson, P. Hellström, C. Scherman, S. (1992). Gallring i bestånd med underväxt. (*Handledning / Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut*, 1992)

Gunulf, A. (2013). Establishment of *Heterobasidion annosum* s.l. Infections in Young Norway Spruce Dominated Stands. (*Doctoral Thesis / Department of Southern Forest Research Centre*, 2013:21)

Kuitto, P. Keskinen, S. Lindroos, J. Oijala, T. Rajamäki, J. Räsänen, T. & Terävä, J. (1994). Mechanized cutting and forest haulage. (*Metsäteho, Report 410*)

Kärhä, K. (2006). Effect of undergrowth on the harvesting of first-thinning wood. (*Forestry Studies, Metsanduslikud Uurimused*, 45:101–117)

Nordfjell, T. Björheden, R. Thor, M. & Wästerlund, I. (2010). Changes in technical performance, mechanical availability and prices of machines used in forest operations in Sweden from 1985 to 2010. (*Scandinavian Journal of Forest Research*, 25:382-389)

Stenhag, S. (2013). Åt skogen med statistik. (*Kursmaterial vid Skogsmästarskolan (Sveriges lantbruksuniversitet)*, 2013-10-15).

7.2 Internetdokument

Länk A:

Skogsbrukets Yrkesnämnd. *Webbutbildning: Skötselskolan - Förröjning*. [Online]
Tillgänglig: <http://course.skotselskolan.se/577933ee/sv/index/> [2016-01-05]

Länk B:

Kunskap Direkt. Underväxt och förröjning. [Online] Tillgänglig:
<http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Grenar-och-toppar/Avverkningsplanering/Undervaxt/> [2015-09-23]

Länk C:

Skogsencyklopedin. *Sök: underväxt*. [Online] Tillgänglig:
<http://www.kunskapdirekt.se/sv/kunskapdirekt/u/Skogsencyklopedin/> [2015-09-23]

Länk D:

Kunskap Direkt. Grenar och toppar – grot (2010) [Online] Tillgänglig:
<http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Grenar-och-toppar/> [2016-01-27]

Länk E:

Sveriges lantbruksuniversitet, Granens Hemsida. Bakgrund (2006). [Online]
Tillgänglig:
http://www-gran.slu.se/Program/rotrota/rotrota_bakgrund.htm/ [2015-11-11]

Länk F:

Havsmiljöinstitutet. Varför mäta siktdjup? (2013). [Online] Tillgänglig:
<http://www.havsmiljoinstitutet.se/kampanjer/siktdjup/varfor-mata-siktdjup-/> [2015-12-03]

Länk G:

Havsmiljöinstitutet. Så mäter du siktdjupet (2013). [Online] Tillgänglig:
<http://www.havsmiljoinstitutet.se/kampanjer/siktdjup/sa-mater-du-siktdjupet/> [2015-12-03]

Länk H:

Skogsstyrelsen. Mer om laserdata och skogliga grunddata [Online] Tillgänglig:
<http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Karttjanster/Laserskanning/Mer-om-laserdata-och-skogliga-grunddata/> [2016-05-08]

7.1 Opublicerat

Bergvik Skog. (2015). Bergvik Skogs riktlinjer för ajourhållning och skogsindelning

Byström, J. (2015). Holmen Skog Rutin – Förröjning. (*Version: 2015-03-25*)

Fogdestam, N. (2012). Förslag till beslutsstöd för optimal underväxtröjning. (*Ett uppdrag åt Bergvik Skog / Skogforsk*)

Olsson, H. & Haanaes, V. (2015). (*Mötesprotokoll / Stora Enso Skog*)

7.2 Bilder

Omslagsbild:

Foto på före och efter förröjning i förstagallring, Sandvik. Fotograferat av Johan Persson

Figur 2.1

Foto från John-Erik Skördåkers modell, Stora Enso Skog. Fotograf okänd

Figur 3.1

Foto från fältstudien (provytenr: 110), Gisselbo. Fotograferat av Johan Persson

8. BILAGOR

Bilaga I	Anvisningar för fältdatainsamling	sida 36 – 39
Bilaga II	Fältblankett	sida 40

Anvisningar för fältdatainsamling till modell för gradering av hindrande underväxt

Fältdata som samlas in ska användas för att testa och eventuellt ta fram en modell för gradering av hindrande underväxt. Tanken med modellen är att kunna koppla gränsvärden till den och använda den som ett beslutsstöd vid bedömning av förröjningsbehov. För att modellen ska bli så korrekt som möjligt är det viktigt att dessa instruktioner följs och används vid all insamling av fältdata.

Fältstudien ska bland annat samla in ett större bildmaterial, som sedan ska bedömas av flera personer.

Trakter

Fältmätningar görs på trakter som redan är planerade för avverkning, samt är belägna på Bergvik Skog Västs markinnehav. Trakter från avverkningsformerna förstagallring, andragallring och slutavverkning bör väljas ut. Den dominerande avverkningsformen bland de utsökta trakterna borde vara gallring.

Både trakter där man har satt förröjning och trakter där man inte har satt förröjning ska finnas med. Om trakten har bedömts som förröjning och förröjningen redan är gjord, så ska trakten inte ingå i studien. För att modellen ska fungera bra oavsett geografiskt område så borde trakter från flera av Stora Enso Skogs flödesområden väljas, för att få med så stor variation som möjligt av olika skogstyper i studien.

Ytutläggning

Provytorna läggs ut enligt Bergvik Skogs instruktioner "Detaljerade anvisningar för objektiv inventering i gallrings- och föryngringsavverkningsskog", samt "Anvisningar för ytutläggning i kvadratförband med hjälp av kompass och avståndsmätning" bilagor till "Bergvik Skogs riktlinjer skogsindelning och ajourhållning" (giltig fr.o.m. 2015-01-12).

Definitioner

För att data ska hålla hög kvalitet är det viktigt med tydliga definitioner och att det är enkelt att särskilja olika variabler.

Hindrande underväxt

I studien definieras hindrande underväxt som samtliga stammar som är högre än 1,3 meter och har en brösthöjdsdiameter som understiger 7 centimeter i gallring eller 10 centimeter i slutavverkning. Även stammar som har en grövre brösthöjdsdiameter än 7 centimeter i gallring eller 10 centimeter i slutavverkning, men är lägre än 3 meter räknas som hindrande underväxt. Vid fältdatainsamlingen fördelas stammarna per trädslag, samt lövat och avlövad löv.

Lövsstammar där mer än 25 procent av lövet bedöms sitta kvar räknas som lövat löv. Till avlövad löv räknas således stammar där mindre än 25 procent av lövet bedöms sitta kvar.

Gagnvirkesstammar

Samtliga stammar som överstiger en höjd på 3 meter och har en grövre brösthöjdsdiameter än 7 centimeter i gallring eller 10 centimeter i slutavverkning räknas som gagnvirkesstammar. Det vill säga stammarna som faller ovanför hindrande underväxtstammar.

Mekaniskt hinder vid aggregatansättning

Vid skördararbetet kan underväxten vara ett mekaniskt hinder vid ansättningen av aggregatet mot gagnvirkesstammen. I studien ska gagnvirkesstammar som hindras av underväxt på ett sådant sätt att aggregatansättning påverkas identifieras och räknas. En gagnvirkesstam anses här hindras om det runtom hela stammen finns underväxt som är närmare än 1,3 meter och är så pass grov att skördaraggregatet hindras (ca 2-3 centimeter i diameter). Detta gäller oavsett om underväxten klassificeras som hindrande underväxt enligt tidigare nämnd definition.

Utrustning

Utrustning som behövs för att samla in fältdata är följande:

- Vit skiva/papper i plastficka, skivan ska vara i formatet A4 och kunna fästas på en stam
- Måttband/avståndsmätare
- Kamera med timerfunktion
- Enklare stativ till kamera
- Kompass
- Klave
- Tumstock
- Stycketalsräknare
- Anvisningar
- Fältblanketter

Mätning och fotografering

När man kommer fram till provytan placeras skivan på närmaste gagnvirkesstam. Skivan sätts 170 centimeter ovan mark (normal ögonhöjd). Ytans koordinater antecknas, med hjälp av smartphone eller handdator, koordinatsystem som används noteras även. Därefter backar man 10 meter i samma riktning som man kom ifrån. Från denna punkt bedöms "siktprocenten" för skivan, det vill säga hur många procent av skivan som syns. Sedan fotograferas skivan i normal ögonhöjd (170 centimeter ovan mark). Här är det viktigt att samma kamera med samma

inställningar används varje gång. Kamerans zoom ska inte användas. Efter detta tas ett nytt fotografi från samma punkt, men på en höjd av 320 centimeter ovan mark. Detta motsvarar den ögonhöjd som en teoretisk maskinförare skulle ha. För att fotografera i denna höjd används ett enklare stativ som hålls upp med kameran fäst i. Kamerans timerfunktion används för att ta fotot.

Sedan tas en cirkelprovyta med radien 5,64 meter (100 m^2). Provytecentrumet placeras mitt emellan mätpunkten och skivan (dvs. 5 m från skivan). I provytan räknas, enligt tidigare nämnda definitioner, antalet gagnvirkesstammar fördelat på tall, gran och löv, samt hindrande underväxtstammar fördelat på tall, gran, lövat löv och avlövad löv.

I provytan görs även en kontroll av hur många av gagnvirkesstammarna som är mekaniskt hindrade vid aggregatansättning, enligt tidigare nämnd definition.

Problemlösning

Om någon del av provytan hamnar på impediment, hänsynsytta eller utanför beståndet.

Hela provytan måste ligga innanför beståndets yttergränser och på produktiv skogsmark, till provytan räknas även sträckan mellan fotograferingspunkten och skivan. Om inte hela provytan går fri flyttas den framåt eller bakåt (det som är närmast) tills att den gör det, se "Anvisningar för ytutläggning i kvadratförband med hjälp av kompass och avståndsmätning".

Höjdskillnad mellan fotograferingspunkt och skiva.

Om det finns en upphöjning eller nedsänkning mellan fotograferingspunkten och skivan, som tydligt påverkar resultatet, så flyttas provytan framåt eller bakåt. Detta på samma sätt som beskrivs ovan. Är däremot lutningen lika över hela provytan så har detta ingen betydelse för resultatet och provytan behöver inte flyttas.

Ej representativ yta för trakten eller studien.

Skulle provytan hamna på en del av trakten som väsentligt sticker ut från trakten i övrigt, eller inte vara representativ för studien så bör provytan även här flyttas framåt eller bakåt. Olämpliga ytor för studien kan till exempel vara ytor med väldigt kläna stammar, där det finns risk för att "egentliga" huvudstammar blir klassificerade som hindrande underväxtstammar. Ett annat exempel på olämpliga ytor är ställen med nyligen uppkomna skador på skogen, till exempel snöbrott eller insektsangrepp.

Torrträd

Eftersom även torrträd har inverkan på sikten så bör dessa räknas som om de vore levande. Men är en större andel (>20%) av träden, på provytan, torra så bör provytan övervägas att flyttas istället.

Snöupplega

Insamling av fältdata sker när snöupplega inte förekommer.

Bilagor

- Bergvik Skogs – Detaljerade anvisningar för objektiv inventering i gallrings- och föryngringsavverkningsskog (ingår i Bergviks Skogs riktlinjer skogsindelning och ajourhållning, 2015-01-12)
- Bergvik Skogs – Anvisningar för ytutläggning i kvadratförband med hjälp av kompass och avståndsmätning (ingår i Bergviks Skogs riktlinjer skogsindelning och ajourhållning, 2015-01-12)

Fältblankett för insamling av data för modell

Grunduppgifter

Traktnr:		Traktnamn:		Bedömd som förröjning: Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/> Delvist (areal): <input type="text"/>	Areal (netto):	Avverkningsform: Förstagallring <input type="checkbox"/> Andragallring <input type="checkbox"/> Slutavverkning <input type="checkbox"/>
Planerare:	Beskrivningsenhetsnr:		Grader (stråk):			
Anteckningar:						

Provytor

Nr	Siktprocent	Koordinat		Fotonr		Gagnvirkesstammar			Underväxstsstammar				Hindrade gagnvirkesstammar	Anteckningar
		X	Y	Ögon	Maskin	Tall	Gran	Löv	Gran	Tall	Lövat löv	Avlövat löv		